



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁴ : G21K 5/02, A61L 2/08 A23L 3/26	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/ 01861 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. März 1987 (26.03.87)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE86/00388 (22) Internationales Anmeldedatum: 23. September 1986 (23.09.86) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 35 33 825.3 (32) Prioritätsdatum: 23. September 1985 (23.09.85) (33) Prioritätsland: DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: TETZLAFF, Karl-Heinz [DE/DE]; Mörikestr. 6, D-6233 Kelkheim (DE). (74) Anwalt: MÜNICH, NEIDL-STIPPLER, SCHILLER; Willibaldstr. 36/38, D-8000 München 21 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR IRRADIATING AN OBJECT BY IONIZING RADIATION

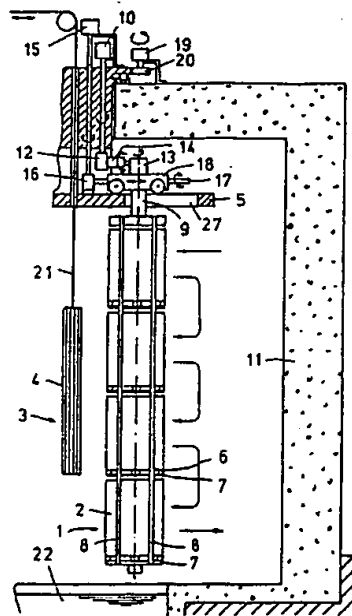
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTRAHLUNG VON BESTRAHLUNGSGUT MITTELS IONISIERENDER STRAHLUNG

(57) Abstract

Process and device for irradiating an object (2) with ionizing radiation, in particular a source of X or gamma radiation (3), the said object being packed in transport units which have an axis of symmetry parallel to a transport direction or to the longest trajectory of the source of radiation. The invention is characterized by the fact that the object to be irradiated is brought to a position close to the source of radiation and in a position distant from the said source of radiation, that the object to be irradiated, once in the near position screens the object to be irradiated in the distant position, that the screening effect near the axis of symmetry is less than in the peripheral region and that the object to be irradiated is moved in such a way that it is irradiated from at least two sides. In this way a high level of efficiency is achieved together with a remarkable homogeneity in the absorbed radiation.

(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestrahlung von Bestrahlungsgut (2) mit einer ionisierenden Strahlung insbesondere einer Röntgen- oder Gamma-Strahlungsquelle (3), wobei das Bestrahlungsgut zu Transporteinheiten verpackt ist, die eine Symmetrieachse besitzen, die parallel zu einer Förderrichtung oder parallel zur längsten Ausdehnung der Strahlungsquelle verläuft. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Bestrahlungsgut in eine Position nahe bei der Strahlungsquelle und in eine Position fern der Strahlungsquelle gebracht wird, dass das Bestrahlungsgut in der nahen Position das Bestrahlungsgut in der fernen Position derart abschirmt, dass die Abschirmwirkung in der Nähe der Symmetrieachse geringer ist als im peripheren Bereich und, dass das Bestrahlungsgut so bewegt wird, dass es von mindestens zwei Seiten bestrahlt wird. Hierdurch wird ein grosser Wirkungsgrad und eine hervorragende Homogenität der absorbierten Strahlung erreicht.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	ML	Mali
AU	Australien	GA	Gabun	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BE	Belgien	HU	Ungarn	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	IT	Italien	NO	Norwegen
BR	Brasilien	JP	Japan	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Sowjet Union
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	TD	Tschad
DK	Dänemark	MC	Monaco	TG	Togo
FI	Finnland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika

- 1 -

Verfahren und Vorrichtung zur Bestrahlung von Bestrah-
lungsgut mittels ionisierender Strahlung

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestrahlung von Bestahlungsgut, das zu großen Transporteinheiten verpackt ist, mittels ionisierender Strahlungsquellen und insbesondere mittels Röntgen- oder Gamma-Strahlungsquellen.

Derartige Verfahren werden beispielsweise zum Sterilisieren von medizinischen Einwegartikeln und zur Behandlung von Lebensmitteln verwendet.

Stand der Technik

Eine industrielle Bestrahlungsanlage soll möglichst große Packungseinheiten, bzw. Transporteinheiten, möglichst gleichmäßig mit hohem Strahlungswirkungsgrad bestrahlen. Als Strahlungswirkungsgrad bezeichnet man das Verhältnis von ausgenutzter Strahlung zur gesamten emittierten Strahlung. Der ausgenutzte Anteil bezieht sich dabei auf die Minimaldosis innerhalb einer Transporteinheit, der darüberliegende emittierte Dosisanteil muß daher als verloren angesehen werden.

Aus der DE-PS 23 58 652 und aus ATOMKERNENERGIE/KERNTECHNIK 34 (1979) 4, 305/308 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der säulenförmig übereinander angeordnete große Transporteinheiten kreisförmig um eine stabförmige Strahlungsquelle angeordnet sind, wobei sich die Säulen um ihre jeweilige eigene Symmetrieachse drehen. Seitlich des Strahlenganges

-2-

der Strahlungsquelle und der Drehachse der Säulen sind Abschirmelemente angeordnet, die den peripheren Bereich des Bestrahlungsgutes teilweise abschirmen. Auf diese Weise wird verhindert, daß ein großer Teil der Strahlung zur nutzlosen Überdosierung des peripheren Bereichs führt. Dieser - vergleichsweise große - Teil der Strahlung wird statt dessen in den Abschirmelementen absorbiert und ist damit nutzlos.

Mit der Vorrichtung nach der DE-PS 23 58 652 lassen sich mehrere Produkte mit unterschiedlich langen Bestrahlungszeiten simultan bestrahlen. Diese Mehrzweckeigenschaft ist für die industrielle Praxis von großem Nutzen.

Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, den Strahlungswirkungsgrad gegenüber dem bekannten Verfahren bzw. der bekannten Vorrichtung wesentlich zu erhöhen, ohne die vorstehend mit Mehrzweckeigenschaft bezeichnete Eigenschaften aufzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Bestrahlungsgut in eine Position nahe zur Strahlungsquelle und in eine Position fern zur Strahlungsquelle gebracht wird, wobei das Bestrahlungsgut in der nahen Position das Bestrahlungsgut in der fernen Position so abschirmt, daß die Abschirmwirkung in der Nähe der Symmetrieachse geringer ist als im peripheren Bereich, und das Bestrahlungsgut so bewegt wird, daß es von mindestens zwei Seiten bestrahlt wird.

Dadurch übernimmt die benachbarte Bestrahlungsguteinheit für eine bestimmte Zeit die Funktion eines Abschirmelementes, wobei die Bewegungsfrequenz so gewählt wird, daß jede Bestrahlungsguteinheit mindestens einmal die Funktion

-3-

eines Abschirmelementes übernimmt. Damit wird auch die in den Abschirmeinheiten absorbierte Strahlung ausgenutzt, da ja Bestrahlungsgut vorübergehend die Abschirmeinheiten bildet.

Erfindungsgemäß wird deshalb eine Vorrichtung vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß um eine Strahlungsquelle mindestens vier das Bestrahlungsgut enthaltende Transporteinheiten auf mindestens vier Aufnahmevorrichtungen angeordnet sind und mindestens zwei Transporteinheiten in einer Position nahe zur Strahlungsquelle und mindestens zwei Transporteinheiten in einer fernen Position zur Strahlungsquelle so angeordnet sind, daß das Bestrahlungsgut in der nahen Position das Bestrahlungsgut in der fernen Position so abschirmt, daß die Abschirmwirkung in der Mitte des Bestrahlungsgutes geringer ist als im peripheren Bereich.

Als Strahlungsquelle kommen beliebige für den jeweiligen Zweck brauchbare ionisierende Strahlung emittierende Quellen und insbesondere Radionuklide oder Röntgen-Strahlungsquellen in Betracht.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben:

Besonders gute Ergebnisse werden gemäß Anspruch 2 erzielt, wenn man das Bestrahlungsgut von vier Seiten bestrahlt. Ferner kann man das Bestrahlungsgut auch kontinuierlich, schrittweise oder pendelnd drehen (Ansprüche 7 bis 9), so daß das Bestrahlungsgut auch aus mehr als vier Richtungen bestrahlt wird.

Bei kl inen Bestrahlungsanlagen kann man die Transportein-

heiten einzeln nacheinander oder in Gruppen gleichzeitig bewegen. Bei größeren Bestrahlungsanlagen ist es zweckmäßig, mehrere Transporteinheiten dicht nebeneinander oder übereinander anzuordnen. Dabei kann jede Transporteinheit separat durch eine Aufnahmevorrichtung unterstützt werden. Eine derartige Anordnung wird hier als Säule bezeichnet. Eine vertikale Säule kann beispielsweise aus einem schmalen Regal mit mehreren Plätzen bestehen, auf denen Paletten mit Bestrahlungsgut übereinander abgestellt sind. Die vertikale Symmetrieachse der Säulen wird als Säulendrehachse oder Drehachse bezeichnet, auch dann, wenn die Säule nur von einer Transporteinheit gebildet wird. Sehr gute Ergebnisse werden erzielt, wenn die Säulendrehachsen parallel zu einer im ganzen als stabförmig anzusehenden Strahlungsquelle verlaufen und/oder mit der Förderrichtung übereinstimmen, mit der das Bestrahlungsgut an einer beliebigen Strahlungsquelle vorbeigefördert wird, da dieses Verfahren in der Wirkung einer stabförmigen Strahlungsquelle gleichkommt. Die vertikale Orientierung der Säulendrehachse ist dabei nicht zwingend. Die Drehachse kann beliebig im Raum orientiert sein.

Der Strahlungswirkungsgrad und die Dosishomogenität werden durch die Art und Weise, wie des Bestrahlungsgut in die beiden Positionen zur Strahlungsquelle gebracht werden, nicht nennenswert beeinflusst. Es gibt zwei grundsätzliche Transportmethoden. Eine besonders einfache Methode besteht darin, die Bestrahlungsgut auf feste, unbewegliche Aufnahmevorrichtungen, beispielsweise Regalplätze, zu stellen. Das Bestrahlungsgut kann dann beispielsweise mit einem automatischen Regalbedienungsgerät in erfindungsgemäßer Weise umgeschichtet werden. Das Bestrahlungsgut muß also auf die nahe und ferne Position gesetzt, gedreht und je nach der geometrischen Gestalt der Strahlungsquelle auch

in Richtung der Säulendrehachse gefördert werden. Wegen der großen Zahl der Bewegungsabläufe ist diese Verfahren für große Durchsätze nicht besonders geeignet. Eine andere Methode besteht darin, Säulen mit mehreren Transporteinheiten in die beiden Endpositionen zu bewegen. Dabei kann mindestens die Hälfte der Säulen gleichzeitig bewegt werden. In diesen Positionen oder in leicht erreichbaren Hilfspositionen können die Säulen auch um ihre Symmetrieachse gedreht werden.

Ein einfaches Verfahren, die beiden Endpositionen zu erreichen, besteht darin, daß man die Säulen in radialer Richtung (Anspruch 3) zur Strahlungsquelle, beispielsweise auf Schienen, hin und her bewegt. Dieses Verfahren läßt sich besonders einfach modifizieren. Beispielsweise lassen sich die Endpositionen und die Bewegungsabläufe leicht verändern und individuell steuern.

Gemäß einer weiteren im Anspruch 4 gekennzeichneten Ausgestaltung der Erfindung lassen sich die Säulen auch in einer solchen Bewegung zu den beiden Endpositionen bringen, die eine Bewegungskomponente in Umfangsrichtung aufweist. Bei diesem Verfahren können alle Säulen gleichzeitig bewegt werden. Es ist daher ein besonders hoher Durchsatz möglich. Die Bewegung läßt sich so steuern, daß das Bestrahlungsgut von einer ortsfesten Fördereinrichtung be- und entladen wird. Die Bewegung kann hin- und hergehend sein oder auf einer Endlosschleife in einer Richtung ausgeführt werden. Die Endlosschleife kann auch einen Umweg enthalten, der es ermöglicht, das Bestrahlungsgut außerhalb der Abschirmung zu be- und entladen. Eine geeignete technische Ausführungsform ist beispielsweise eine an sich bekannte Einschienenhängebahn.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung lassen sich die Einrichtungen zum radialen Verschieben und zum Drehen auch auf einem Karusell anordnen. Mit diesem Karusell kann man zum Be- und Entladen eine ortsfeste Fördereinrichtung ansteuern. Mit einem speziellen Karusell läßt sich auch erreichen, daß das Bestrahlungsgut auf der fernen Position relativ zum Bestrahlungsgut auf der nahen Position in Umfangsrichtung bewegt wird. Eine solche Ausführungsform besteht beispielsweise darin, die Säulen auf der fernen Position auf einer drehbaren Plattform schrittweise auf die benachbarte Position zu bewegen. Dadurch erreicht man auch bei sehr unterschiedlich schweren Bestrahlungsgütern einen weitgehend konstanten Mittelwert der Abschirmwirkung durch die nahe zur Strahlungsquelle stehenden Säulen.

Die Anzahl der Säulen, die um eine Strahlungsquelle angeordnet werden, ist an sich beliebig. Aus praktischen Gründen ist es jedoch eine gerade Anzahl, vorzugsweise 4 bis 20 Einheiten bevorzugt. Auch die Querschnittsform der Transporteinheiten kann beliebig gewählt werden. Besonders geeignet sind die üblichen rechteckigen Transporteinheiten, insbesondere die Einheiten mit quadratischem Querschnitt.

Für einen kompletten Bestrahlungsvorgang muß das Bestrahlungsgut mindestens eine Position nahe der Strahlungsquelle und mindestens eine Position fern von der Strahlungsquelle einnehmen und mindestens von zwei Seiten bestrahlt werden. Für einen kompletten Bestrahlungsvorgang können auch mehrere derartige Bewegungszyklen ausgeführt werden. Die Zyklusfrequenz wählt man zweckmäßigerweise groß, wenn Produkte mit sehr unterschiedlicher aufzunehmender Dosis und/oder Dichte simultan bestrahlt werden sollen. Die

Zyklusdauer muß aber nicht konstant sein. Besonders vorteilhaft ist es, wenn man die Zykluszeit so steuert, daß zwischen zwei Entnahmen von Bestrahlungsgut aus einer beliebigen Säule gerade ein Bewegungszyklus ausgeführt wird. Bei einer langen Strahlungsquelle mit geeigneter Aktivitätsverteilung kann jeweils das gesamte Bestrahlungsgut einer Säule be- und entladen werden. Einen höheren Wirkungsgrad erreicht man jedoch mit einer kürzeren Strahlungsquelle, wenn dafür gesorgt wird, daß das Bestrahlungsgut die Säule in Richtung der Drehachse kontinuierlich oder schrittweise mit einem Regalbediengerät vorgenommen werden. Die Säulendrehachse ist vorzugsweise vertikal im Raum orientiert. Sie kann aber auch horizontal angeordnet sein. Das erleichtert die kontinuierliche Förderung des Bestrahlungsgutes beispielsweise mit Hilfe von Rollenbahnen.

Einen besonders hohen Wirkungsgrad erhält man, wenn das Bestrahlungsgut so angeordnet wird, daß in der Nähe der Säulendrehachse ein Hohlraum (Anspruch 14) entsteht. Einen ähnlich hohen Wirkungsgrad und eine ausgezeichnete Dosis-homogenität erhält man dadurch, daß man das Bestrahlungsgut so anordnet, daß im äußeren Bereich des Querschnittes eine hohe Dichte und in der Nähe der Säulendrehachse eine geringere Dichte des Bestrahlungsgutes vorhanden ist (Anspruch 15). Eine geringere Dichte in der Mitte kann man beispielsweise durch eine Verpackung des gleichen Produktes, jedoch mit größeren Lücken erreichen. Diese Maßnahmen haben einen besonders starken Effekt bei großvolumigen Transporteinheiten mit hoher Dichte.

Die auch ohne besondere Maßnahmen schon recht gute Dosis-homogenität kann man bei viereckigen Säulenquerschnitten durch besondere Verfahrensmaßnahmen und Modifizierung der

Vorrichtung noch weiter verbessern. Die Anwendung dieser Verbesserung ist besonders vorteilhaft, wenn Bestrahlungsgut mit sehr verschiedenen Dichten simultan bestrahlt werden soll. Als besondere Verfahrensmaßnahmen können folgende Schritte zur Verbesserung der Dosishomogenität führen:

- eine pendelnde Drehbewegung der Säule um ein Dosisminimum an den Ecken zu vermeiden.
- die Wahl einer ungleichförmigen Drehgeschwindigkeit, um die Ecken länger in größere Nähe zur Strahlungsquelle zu bringen
- die Veränderung der Endposition um die richtige Abschirmwirkung einzustellen
- die Einrichtung von mehreren Zwischenstopps oder einer veränderbaren Verschiebegeschwindigkeit auf der Bahn, um die Abschirmwirkung zu dosieren

Durch entsprechendes Modifizieren der Vorrichtung kann die Dosishomogenität weiter gesteigert werden, insbesondere durch zusätzliche Abschirmeinrichtungen oder durch eine besondere Verteilung der Aktivität über den Querschnitt der Strahlungsquelle. Eine besonders vorteilhafte Aktivitätsverteilung erhält man dadurch, daß eine symmetrische n-eckige Struktur verwendet wird, wobei "n" der Anzahl der Säulen, einem ganzzahligen Teil davon oder einem ganzzahligen Vielfachen entspricht (Anspruch 24). Günstig ist auch eine kontinuierliche oder schrittweise Drehbewegung der Strahlungsquelle. Die Dosishomogenität und Wirkungsgrad lassen sich auch dadurch verbessern, daß man die Einzelelemente der Strahlungsquelle in Teilgruppen anord-

net und diese zueinander bewegt. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Bestrahlungsgut sehr nahe an der Strahlungsquelle plaziert ist.

Ferner können bevorzugt gemäß Anspruch 26 zusätzliche Abschirmeinrichtungen so angeordnet sein, daß sie die Strahlung seitlich der Linie von Strahlungsquelle und Säulendrehachse zusätzlich schwächen. Die als Blech ausführbaren Abschirmeinrichtungen können mit der Säule drehbar angeordnet oder fest zwischen Strahlungsquelle und Säule angebracht sein. Sie können der nahen Position der Säulen und/oder der fernen Position zugeordnet sein. In Zusammenwirkung mit der pendelnden Drehbewegung der Säulen sind auch bewegliche Abschirmeinrichtungen vorteilhaft. Bei der Bestrahlung eines täglich wechselnden unterschiedlichen Produktsortiments ist es besonders vorteilhaft, als Abschirmeinrichtung eine Vielzahl dünnwandiger eng beieinanderstehender Rohre zu verwenden, die je nach den gerade zu bestrahlenden Produkten, mit einer Flüssigkeit gefüllt werden. Auf diese Weise läßt sich Ort und Gestalt der wirksamen zusätzlichen Abschirmung rasch ändern.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann gemäß Anspruch 11 zur Einstellung der optimalen Bestrahlungsparameter eine Programmsteuerung vorgesehen werden, die alle Bewegungsabläufe veranlaßt. Besonders vorteilhaft ist eine flexible Steuerung durch eine Prozeßrechenanlage, die einen Algorithmus zur Vorausberechnung der Dosis enthält, wobei die benachbarten Säulen und die Abschirmeinrichtungen mit einbezogen werden. Je nach vorgegebener Priorität kann dann die Anlage so gesteuert werden, daß die beste Dosishomogenität, der beste Wirkungsgrad oder ein Optimum aus beiden erreicht wird. Die Steuerung kann

auch durch Messung der Dosisleistung an geeigneten Orten unterstützt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in der zeigen:

Fig. 1 und 2 eine Vorrichtung mit radialer Verschieberichtung und 8 Säulen zu unterschiedlichen Zeitpunkten,

Fig. 3 den in Fig. 2 dargestellten Schnittverlauf als Karusell-Anordnung,

Fig. 4 und 5 eine Vorrichtung mit 4 Säulen zu unterschiedlichen Zeitpunkten,

Fig. 6 eine Vorrichtung mit Einschienenbahn,

Fig. 7 eine Anordnung von 12 Säulen und einer drehbaren Plattform für 6 Säulen.

Fig. 8 eine Anordnung mit einem Hohlraum in der Mitte des Bestrahlungsgutes,

Fig. 9 eine Transporteinheit aus Fig. 8.

Fig. 10 eine Anordnung mit verschiedenen Abschirmeinrichtungen,

Fig. 11 und 12 Details der Abschirmeinrichtung aus Fig. 10

Fig. 13 und 14 einen Ausschnitt aus einer Vorrichtung mit 8 Säulen und beweglichen Abschirmeinrichtungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte Aufsicht auf acht vertikal angeordnete Säulen 1 mit Bestrahlungsgut 2 und einer stabförmigen Strahlungsquelle 3, die aus mehreren Einzelelementen 4, beispielsweise aus Stäben mit Co-60, zusammengesetzt ist. Die Hälfte der Säulen ist relativ nahe an die Strahlungsquelle herangeschoben und schirmt dadurch mindestens teilweise die weiter außen befindlichen Säulen ab. Durch schrittweise Drehung um 90 Grad werden alle vier Seiten jeder Säule zur Strahlungsquelle gedreht. Für weniger hohe Anforderungen an die Dosishomogenität genügt eine schrittweise Drehung um 180 Grad. Um für die Drehung ausreichend Platz zu haben, kann ein Teil oder alle Säulen kurzzeitig ein wenig nach außen in eine Zwischenposition geschoben werden. Danach werden die Plätze gewechselt, d.h., die innenliegenden Säulen werden nach außen geschoben und die außenliegenden Säulen nach innen. Die Bewegungsrichtung ist durch Pfeile angedeutet.

Fig. 2 zeigt die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung nach der Bewegung der Säulen. Auch in dieser Position werden die Säulen wie oben beschrieben gedreht. Bei der Drehung ist ein gegenläufiger Drehsinn zweckmäßig. Nach obiger Beschreibung hat jede Säule für einen kompletten Bestrahlungsvorgang zwei Umdrehungen ausgeführt und ist einmal in radialer Richtung hin- und herbewegt worden. Man kann aber auch so verfahren, daß man die Säulen nach jeder 90 Grad Drehung hin- und herbewegt. Dann hat jede Säule am Ende der Bestrahlung nur eine Umdrehung ausgeführt.

Zur einfacheren Be- und Entladung von Bestrahlungsgut kann man die ganze technische Einrichtung zum Halten und Bewegen des Bestrahlungsgutes auf einem Karusell anordnen und dieses dann jeweils in die gewünschte Be- und Entladeposition bewegen. Zum Ausgleich ungleichmäßiger Verteilungen der Einzelelemente 4 der Strahlungsquelle kann das Karusell auch kontinuierlich oder pendelnd gedreht werden.

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung. Dargestellt ist ein Karusell mit obenliegender Plattform 5 und einer Säule 1 mit Bestrahlungsgut 2, das auf Paletten 6 ruht und auf 4 separaten Aufnahmeverrichtungen 7 abgestellt ist. Die Aufnahmeverrichtungen 7 werden durch außenliegende Träger 8 gehalten, die an einer drehbar gelagerten Achse 9 befestigt sind. Die mögliche Linearbewegung der Achse 9 wird durch den Schlitz 27 begrenzt. Der Antrieb 10 für diese Achse 9 liegt außerhalb der Abschirmung 11. Die Drehbewegung von Antrieb 10 wird über zwei Kegelradgetriebe 12 und 13 auf die Säule 1 übertragen. Die Übertragungsspindel 14 läßt sich teleskopartig ausziehen. Für die Linearbewegung der Säulen sorgt ein anderer Antrieb 15, der über ein weiteres Winkelgetriebe 16 eine Gewindespindel 17 bewegt. Diese Drehbewegung wird von einer hier nicht dargestellten Mutter in eine Linearbewegung umgewandelt, die auf den schienengeführten Wagen 18 einwirkt. Ein weiterer Antrieb 19 treibt über ein Zahnrad 20 die gesamte Plattform 5 an. Bei großen Anlagen wird meistens eine zusätzliche Lagerung am unteren Ende der Säule 1 erforderlich. Die Strahlungsquelle 3, bestehend aus einer Vielzahl von Co-60 Stäben 4, hängt an einem Stahlseil 21 und kann über ein hier nicht vollständig dargestelltes Quellenhubwerk in ein Wasserbecken 22 abgesenkt werden. Die Pfeile an der Säule 1 sollen zeigen, wie das Bestrahlungsgut 2 die Säule während

des Bestrahlungsprozesses durchwandern kann. Zunächst wird also die untere Transporteinheit entnommen. Dann werden die drei verbleibenden Einheiten ein Stockwerk tiefer gesetzt. Zum Abschluß wird eine unbestrahlte Transporteinheit in das oberste Stockwerk eingestellt. Wenn sich Strahlungsquelle 3 im Wasserbecken 22 befindet, kann der Umschichtungsvorgang auch manuell durchgeführt werden.

In Fig. 4 und Fig. 5 ist eine Anordnung mit vier Säulen 1 dargestellt. Die Einzelelemente 4 der Strahlungsquelle 3 sind in zwei Gruppen angeordnet, die, wie mit Pfeilen angedeutet, zueinander bewegbar sind. Außerdem ist die Strahlungsquelle 3 im ganzen drehbar. Diese Maßnahme kann zur besseren Dosishomogenität beitragen. Es ermöglicht auch eine größere Anzahl von Einzelelementen 4 im relativ kleinen Innenraum anzuordnen. Die Pfeile auf dem Querschnitt der Säule 1 sollen die hin- und hergehende Bewegung der Säule 1 und Drehbewegung darstellen. Die Fig. 5 unterscheidet sich von Fig. 4 nur durch einen anderen Bewegungszustand: Die inneren Säulen sind in eine ferne Position zur Strahlungsquelle und die äußeren in eine nahe Position zur Strahlungsquelle bewegt worden. Außerdem ist die Strahlungsquelle um 90 Grad gedreht worden. Als nächster Schritt wäre eine Drehung beispielsweise um 90 Grad zu vollziehen. Dazu müssen die Säulen 1 jedoch für kurze Zeit auf eine Zwischenposition gebracht werden, damit sie sich nicht gegenseitig behindern. Eine andere Möglichkeit, die Säulen von allen vier Seiten zu bestrahlen, besteht darin, die Säulen 1 um die Strahlungsquelle 3 in Umfangsrichtung herumzuführen, beispielsweise durch ein an sich bekanntes Ein- oder Mehrschienensystem.

Fig. 6 zeigt den Prinzipaufbau eines Einschienensystem für eine Vorrichtung mit acht Säulen. Der Verlauf der Schiene

-14-

ist durch die Linie 23 vereinfacht dargestellt. Die Säulen werden durch Führungsrollen 24 an dieser Schiene geführt. Die Säulen sind untereinander in an sich bekannter Weise durch Gelenkglieder verbunden und haben Antriebe für die Linear- und Drehbewegung. Ein besonderer Vorzug dieses Einschienensystems besteht darin, daß jede Säule durch eine entsprechende Steuerung an eine fest installierte Fördereinrichtung zum Be- und Entladen herangeführt werden kann. Die Bewegungsrichtung ist beliebig und kann während der Bestrahlung wechseln. Es kommt nur darauf an, daß für einen Bestrahlungsvorgang mindestens einmal eine Position nahe zur Strahlungsquelle und fern zur Strahlungsquelle eingenommen wird. Es können natürlich auch andere Fördereinrichtungen als Einschienenbahn benutzt werden, um diese Position zu erreichen. Mit der Form der Strahlungsquelle 3 soll deutlich gemacht werden, daß nahezu jede Form der Strahlungsquelle für das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung geeignet ist, die in den Innenraum einer Vorrichtung hineinpaßt. Die Anordnung der Einzelelemente 4 der Strahlungsquelle entspricht einer Flächenquelle. Um Inhomogenitäten zu vermeiden, kann diese Strahlungsquelle um ihre Mittelachse gedreht werden. Eine Drehung in Schritten mit Zwischenstopps, die zwischen den Linien liegen, die die Drehachsen von Strahlungsquelle und Säulen bilden, ist hier besonders vorteilhaft, weil hier die gegenseitige Strahlenabsorption der Einzelelemente 4 sich kaum auf den Wirkungsgrad der Vorrichtung auswirkt.

In Fig. 7 ist eine spezielle Art eines Karusells dargestellt. Diese Figur hat eine gewisse Ähnlichkeit mit Fig. 3. Die Karusellplattform ist hier aufgeteilt in einen feststehenden inneren Ring 25 und einen drehbaren äußeren Ring 26. Die Säulen 1 werden nun zwischen diesen beiden Ringen in radialer Richtung hin- und hergeschoben. Die

Schlitze 27 geben die maximal erreichbaren inneren und äußeren Positionen an. Die äußere Position ist so gewählt, daß sich die Säulen 1 bei der kurzen Drehbewegung der Plattform 5 nicht behindern. Bei der Bestrahlung können diese Säulen ganz dicht an die nahe zur Strahlungsquelle stehenden Säulen herangeschoben werden. Die Strahlungsquelle 3 ist hier als doppelreihige Käfiganordnung dargestellt.

In Fig. 8 ist eine Anordnung mit sechs Säulen 1 dargestellt, die um eine Strahlungsquelle 3 mit sternförmigem Querschnitt angeordnet sind. Die Säulen haben im Bereich ihrer Drehachse 28 einen Hohlraum 29.

Fig. 9 zeigt diesen Hohlraum im Längsschnitt durch eine Transporteinheit. Das Bestrahlungsgut 2 ist in Form einer Wand angeordnet und steht auf einer Palette 6. Die Säulen 1 enthalten vorzugsweise mehrere solcher Transporteinheiten. Vorzugsweise sind alle Transporteinheiten einer Säule mit einem Hohlraum versehen. Das Bestrahlungsgut der benachbarten Säulen 1 kann ohne Hohlraum angeordnet sein und auch eine größere oder kleiner Dichte haben.

Anstelle des in Fig. 8 und 9 gezeigten Hohlraums 29 kann man auch Bestrahlungsgut mit einer geringen Dichte im Bereich um die Drehachse 28 herum und im peripheren Bereich Bestrahlungsgut mit einer hohen Dichte anordnen. Der radial zur Drehachse 28 verlaufende Dichtegradient kann kontinuierlich oder in Stufen mit zunehmendem Abstand von der Drehachse veränderbar sein. Diese Maßnahme hat einen günstigen Einfluß auf den Wirkungsgrad und die Dosishomogenität.

In Fig. 10 ist ein Ausschnitt aus einer Anordnung mit acht

Säulen 1 dargestellt, die verschiedene Varianten von zusätzlichen Abschirmeinrichtungen 30, 31, 32 aufweist. Die Abschirmeinrichtungen 30, 31, 32 verlaufen parallel zur Säulendrehachse und sind in etwa so lang wie die Säulen. Mit diesen Abschirmeinrichtungen kann die, auch ohne diese zusätzlichen Einrichtungen schon sehr gute Dosishomogenität, noch weiter verbessert werden. Man ordnet diese Abschirmeinrichtungen 30, 31, 32 zweckmäßig so an, daß sie nur dort den Strahlengang zusätzlich schwächen, wo erfahrungsgemäß eine Überdosierung auftreten würde. Die Form dieser Einrichtungen muß an die Größe der Transporteinheit, deren Dichte, der Strahlungsquellengeometrie und den Plazierungsort angepaßt werden. Die Abschirmeinrichtungen 30 sind in der nahen Position der Säulen sehr dicht am Bestrahlungsgut 2 angeordnet. Um eine Drehbewegung der Säulen 1 durchzuführen, muß diese kurzzeitig radial nach außen geschoben werden, oder die Abschirmeinrichtungen 30 müssen nach innen geschoben werden. Die Abschirmeinrichtungen 31 sind dagegen so weit im Innenraum angeordnet, daß eine ungehinderte Drehbewegung der Säulen an ihren Endpositionen möglich ist. Die Abschirmeinrichtungen 32 bestehen aus einer Vielzahl dünnwandiger Rohre 34. Diese Form und Wirkungsweise ist in Fig. 11 und 12 ausführlich dargestellt. Einen Teil dieser Rohre 34 kann man beispielsweise mit Wasser oder Quecksilber füllen und so die Abschirmwirkung sehr schnell auf das zu bestrahlende Produkt abstimmen. In begrenztem Umfang läßt sich so eine Formveränderlichkeit und eine Ortsveränderlichkeit simulieren. Die Versorgung des Rohres 34 kann aus einem Behälter 35 geschehen, der eine Flüssigkeit 36 enthält, in der das Rohr 34 eintaucht. Mit Hilfe von Luft aus Leitung 37 läßt sich dann das Rohr 34 in einfacher Weise füllen und durch Entspannen wieder entleeren.

Man kann die Abschirmeinrichtungen 30, 31, 32 auch vor den Säulen anordnen, die in der Position fern zur Strahlungsquelle stehen. In diesem Fall sind dann die Abschirmeinrichtungen beweglich auszuführen. Die Beweglichkeit ist nicht erforderlich, wenn eine Anordnung nach Fig. 6 gewählt wird.

Fig. 13 und 14 zeigen einen Ausschnitt aus einer Vorrichtung mit acht 8 Säulen 1 in einem unterschiedlichen Bewegungszustand bei einer pendelnden Drehbewegung der Säulen 1.

Fig. 13 zeigt den Zustand nach einer Rechtsdrehung der innenliegenden Säulen in einem kleinen Winkel. In diesem Zustand befindet sich in der Nähe der am weitesten nach innen ragenden Ecke eine Abschirmeinrichtung 33, deren Wirkung nicht nur auf die Ecke beschränkt ist, sondern auch den peripheren Bereich der dahinterliegenden Seitenpartie beeinflusst. Diese Schwächung wirkt sich auch auf die außenliegenden Säulen aus. Um alle Seitenpartien in gleicher Weise zu bestrahlen, werden nun die innenliegenden Säulen ein wenig nach links gedreht. Gleichzeitig werden auch die Abschirmeinrichtungen 33 auf einer Kreisbahn um die Strahlungsquellenachse so gedreht, daß sie nun wieder vor der am weitesten nach innen liegenden Ecke der Säule 1 angeordnet sind.

Fig. 14 zeigt diesen Zustand. Dieser Vorgang wiederholt sich für jede 90 Grad oder 180 Grad Drehung. Auf diese Weise erreicht man auch für sehr schwere Produkte eine ausgezeichnete Dosishomogenität. Abschirmeinrichtungen sind auch dann vorteilhaft, wenn das Bestrahlungsgut, wie bei Fig. 8 und 9 beschrieben, auf besondere Weise gepackt ist.

Die vorliegende Erfindung ist besonders für größere industrielle Bestrahlungsanlagen geeignet. Die Größe der Transporteinheiten liegt vorzugsweise zwischen 0,1m und 20m. Große Einheiten eignen sich besonders gut zur Bestrahlung von Produkten mit geringer Dichte. So wurde beispielsweise für eine 8m große würfelförmige Einheit mit einer Dichte von 0,15g/cm ein Wirkungsgrad von über 50 % ermittelt. Dabei kann ein Verhältnis von maximaler Dosis zu minimaler Dosis von ca. 1,15 bis 1,3 erreicht werden. Bei höherer Dichte und geeigneter Art und Größe der Transporteinheiten kann der Wirkungsgrad auch über 60 % liegen. Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß Produkte mit unterschiedlicher Dosis und/oder Dichte simultan bestrahlt werden können.

5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut die Vorrichtung in mindestens zwei feststehenden Säulenpositionen durchwandert.
6. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut auf der fernen Position relativ zum Bestrahlungsgut auf der nahen Position in Umfangsrichtung bewegt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut kontinuierlich gedreht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut schrittweise gedreht wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut pendelnd gedreht wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Bestrahlungsgutes während der Bestrahlung kontinuierlich oder schrittweise verändert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsabläufe von einer Prozeßrechenanlage gesteuert werden, die zur Steuerung der Bewegungsabläufe die an den einzelnen Positionen absorbierte Dosis berechnet.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Bestrahlung von Bestrahlungsgut mit einer ionisierender Strahlung insbesondere einer Röntgen- oder Gamma-Strahlungsquelle, wobei des Bestrahlungsgut zu Transporteinheiten verpackt ist, die eine Symmetrieachse besitzen, die parallel zu einer Förderrichtung oder parallel zur längsten Ausdehnung der Strahlungsquelle verläuft,

dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut in eine Position nahe bei der Strahlungsquelle und in eine Position fern der Strahlungsquelle gebracht wird,

daß das Bestrahlungsgut in der nahen Position das Bestrahlungsgut in der fernen Position derart abschirmt, daß die Abschirmwirkung in der Nähe der Symmetrieachse geringer ist als im peripheren Bereich und,

daß das Bestrahlungsgut so bewegt wird, daß es von mindestens zwei Seiten bestrahlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut von mindestens vier Seiten bestrahlt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut in radialer Richtung zur Strahlungsquelle zu den einzelnen Positionen bewegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut in Umfangsrichtung zu den einzelnen Positionen bewegt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zykluszeit jeweils mit der Zeit bis zur nächsten Entnahme von Bestrahlungsgut in Übereinstimmung gebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut in Richtung der Säulenachse schrittweise oder kontinuierlich gefördert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestrahlungsgut so angeordnet wird, daß in der Nähe der Säulendrehachse ein Hohlraum entsteht.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nähe der Säulendrehachse eine geringere Dichte vorhanden ist als im peripheren Bereich des Säulenquerschnitts.

16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß um eine Strahlungsquelle mindestens vier das Bestrahlungsgut enthaltende Transporteinheiten auf mindestens vier Aufnahmeverrichtungen angeordnet sind, und daß mindestens zwei der Transporteinheiten in einer Position nahe bei der Strahlungsquelle und mindestens zwei der Transporteinheiten in einer zur Strahlungsquelle fernen Position derart angeordnet sind, daß das Bestrahlungsgut in der nahen Position das Bestrahlungsgut in der fernen Position so abschirmt, daß die Abschirmwirkung in der Mitte des Bestrahlungsgutes geringer ist als im peripheren Bereich.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen
drehbar angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen
radial zur Strahlungsquelle verschiebbar angeordnet sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen in
Umfangsrichtung verschiebbar angeordnet sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen so
angeordnet sind, daß die auf einer Linie bewegbar sind,
die sowohl eine radiale Richtungskomponente als auch eine
Richtungskomponente in Umfangsrichtung aufweist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Auf-
nahmevorrichtung auf einem Karusell angeordnet ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquelle drehbar
angeordnet ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelelemente der Strah-
lungsquelle in Teilgruppen angeordnet sind, die zueinander
verschiebbar sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Strah-

lungsquelle eine symmetrische n-förmige Struktur besitzt, wobei "n" der Anzahl der nebeneinander angeordneten Aufnahmevorrichtungen, einem ganzzahligen Teil davon oder einem ganzzahligen Vielfachen entspricht.

25. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Aufnahmevorrichtungen in Richtung der Säulendrehachse angeordnet sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Strahlungsquelle und mindestens einer Aufnahmevorrichtung zusätzliche Abschirmeinrichtungen derart angeordnet sind, daß die Strahlung seitlich einer Verbindungslinie von der Mitte der Strahlungsquelle zur Mitte des Bestrahlungsgutes zusätzlich geschwächt wird.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmeinrichtungen ortsveränderlich angeordnet sind oder eine gleichartige Wirkung besitzen.

28. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmeinrichtungen formveränderlich sind.

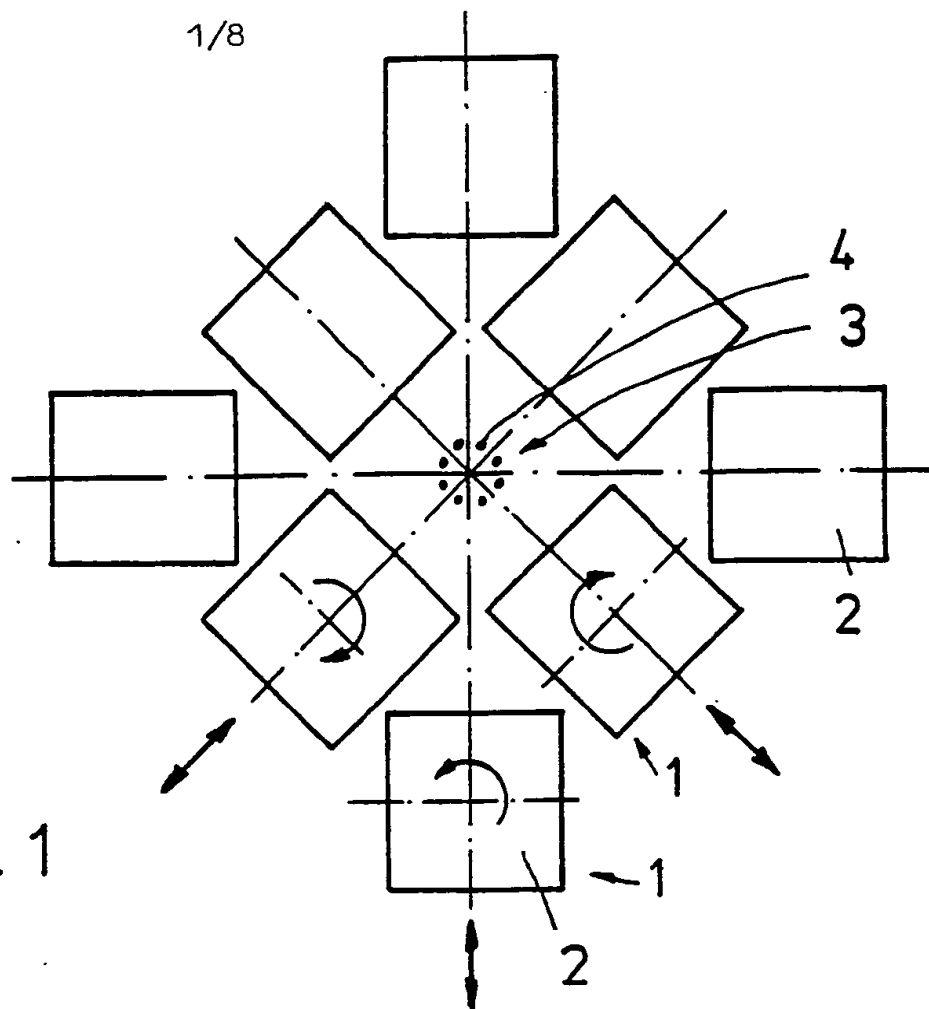


Fig. 1

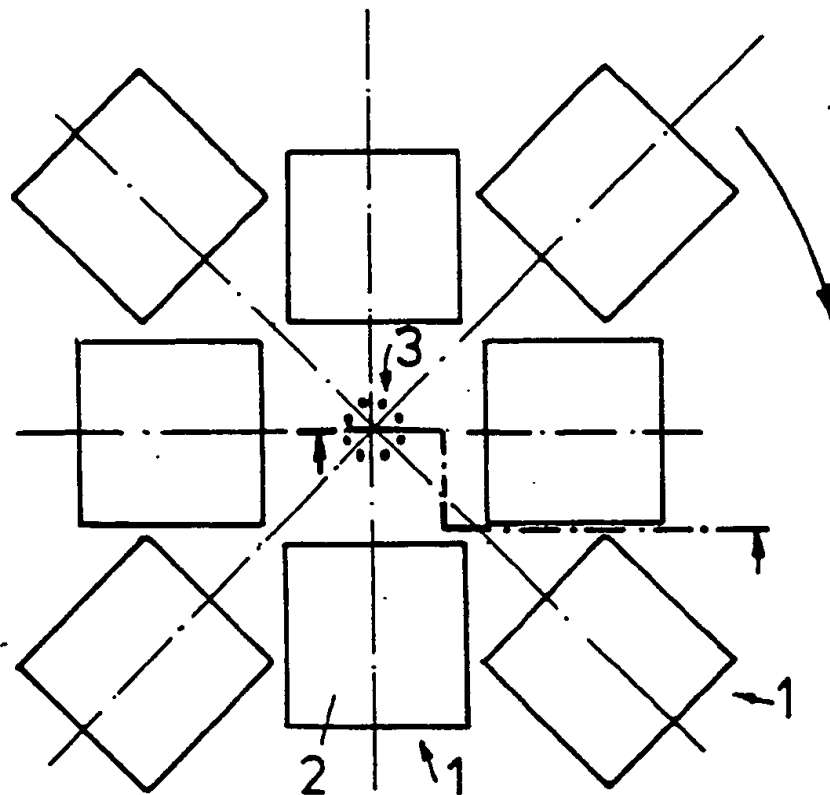
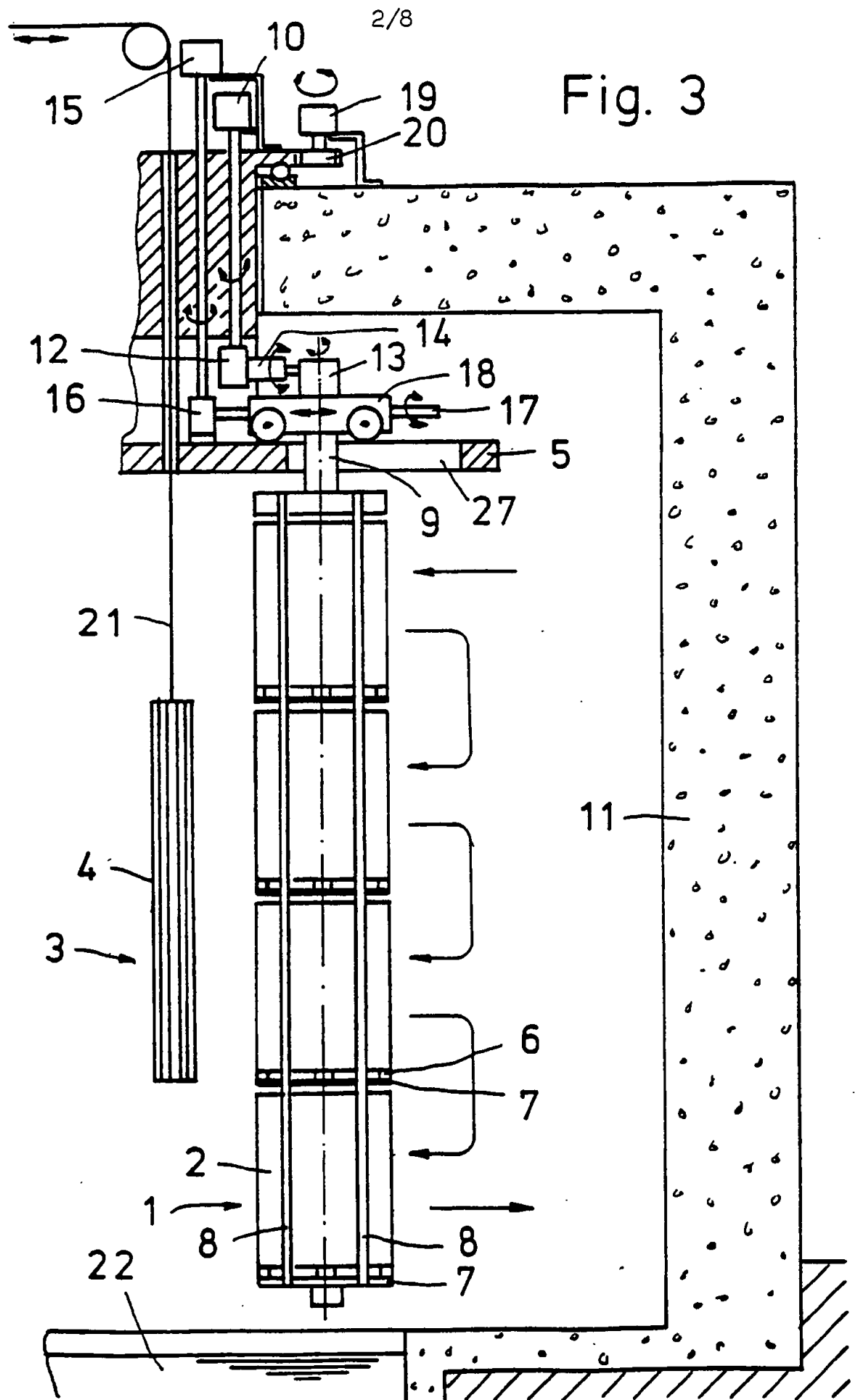
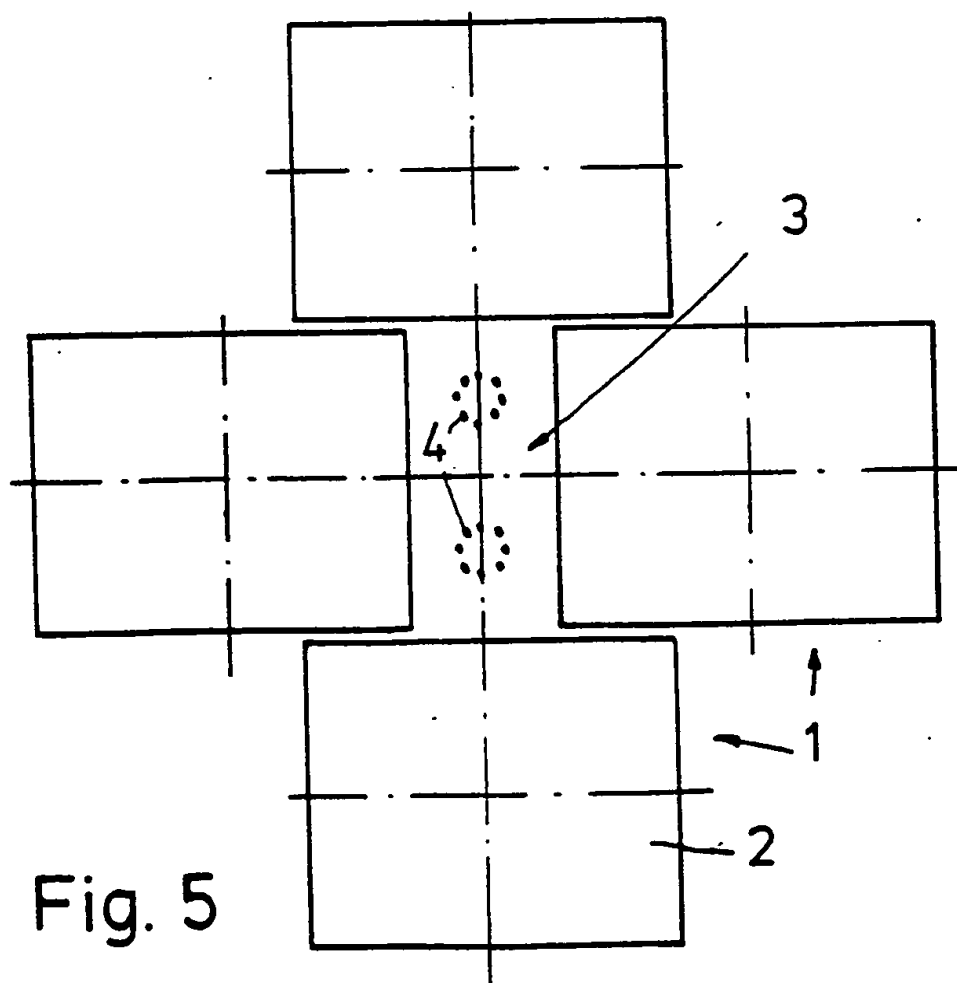
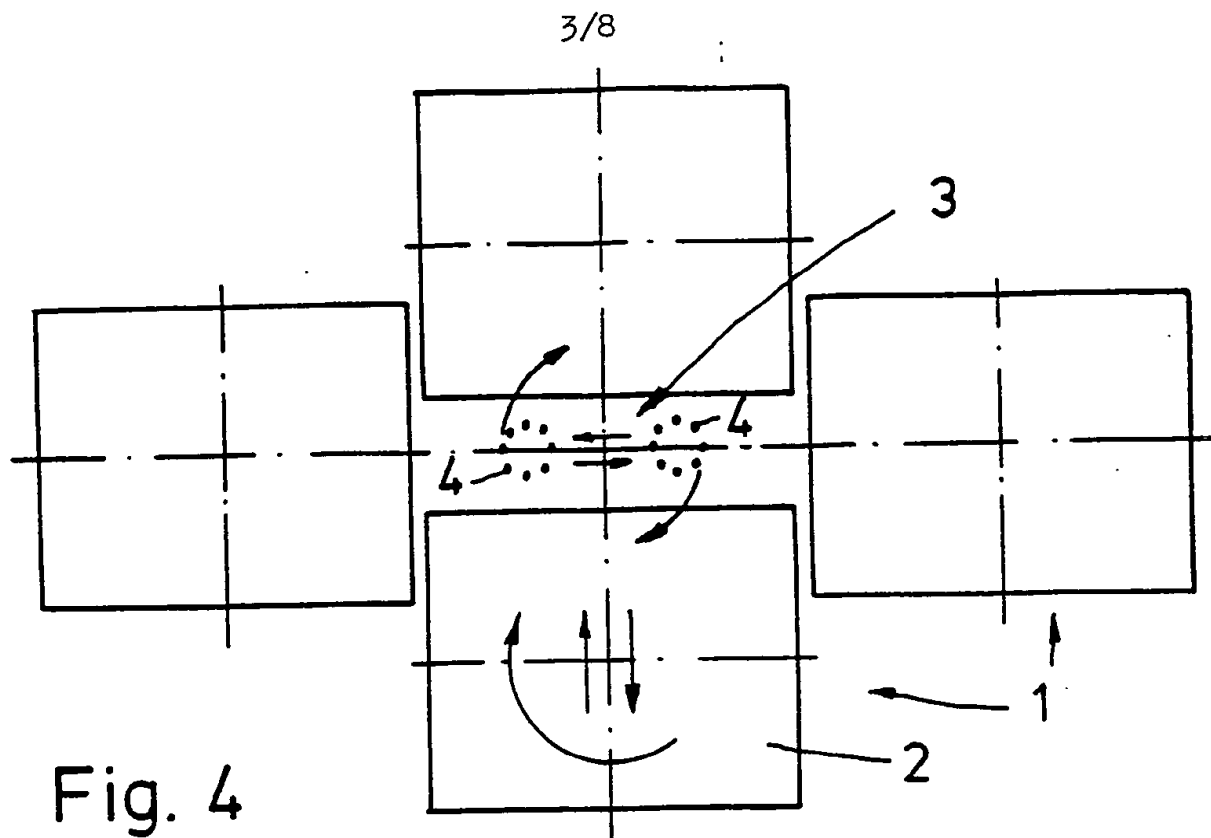


Fig. 2





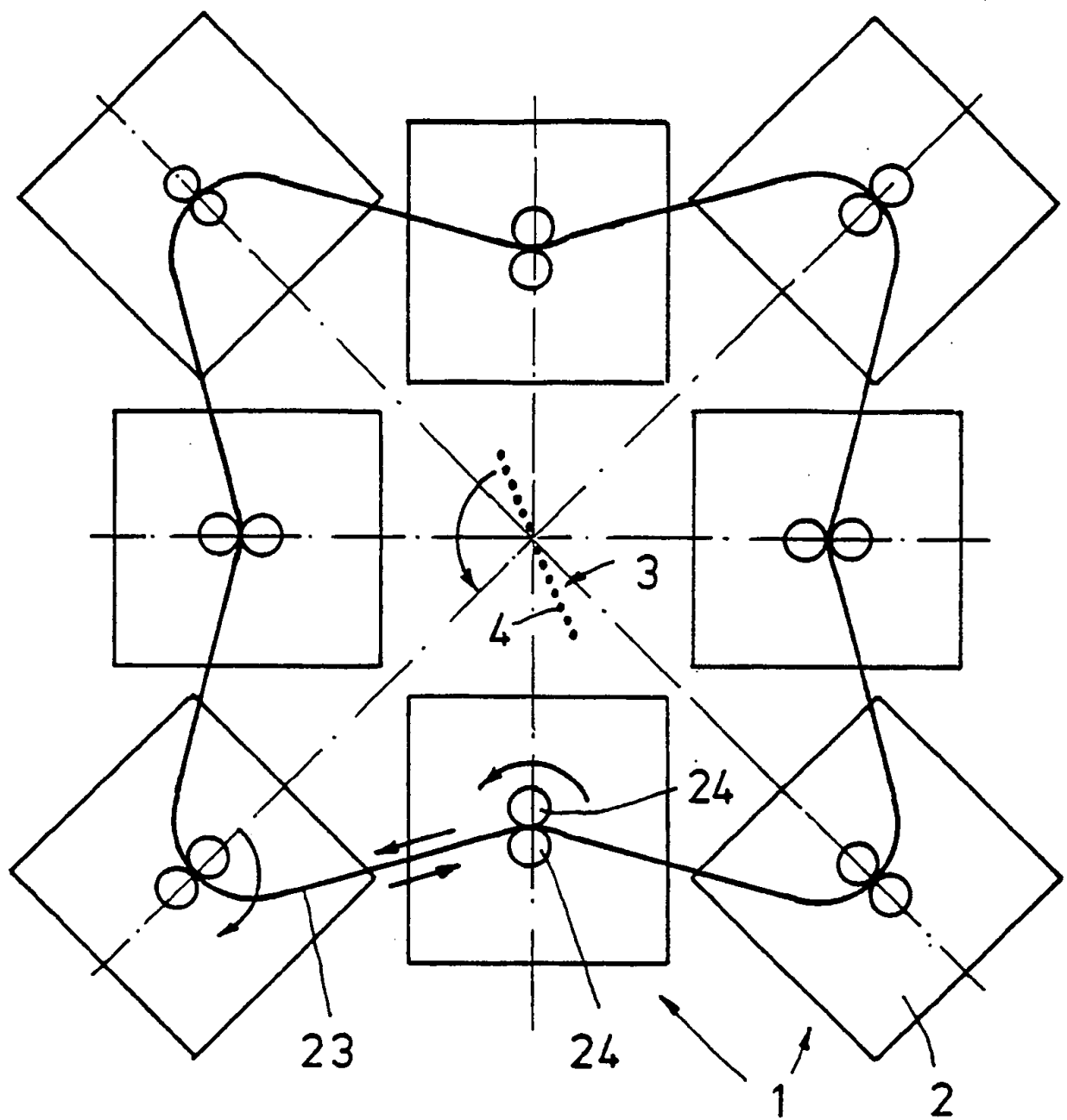


Fig. 6

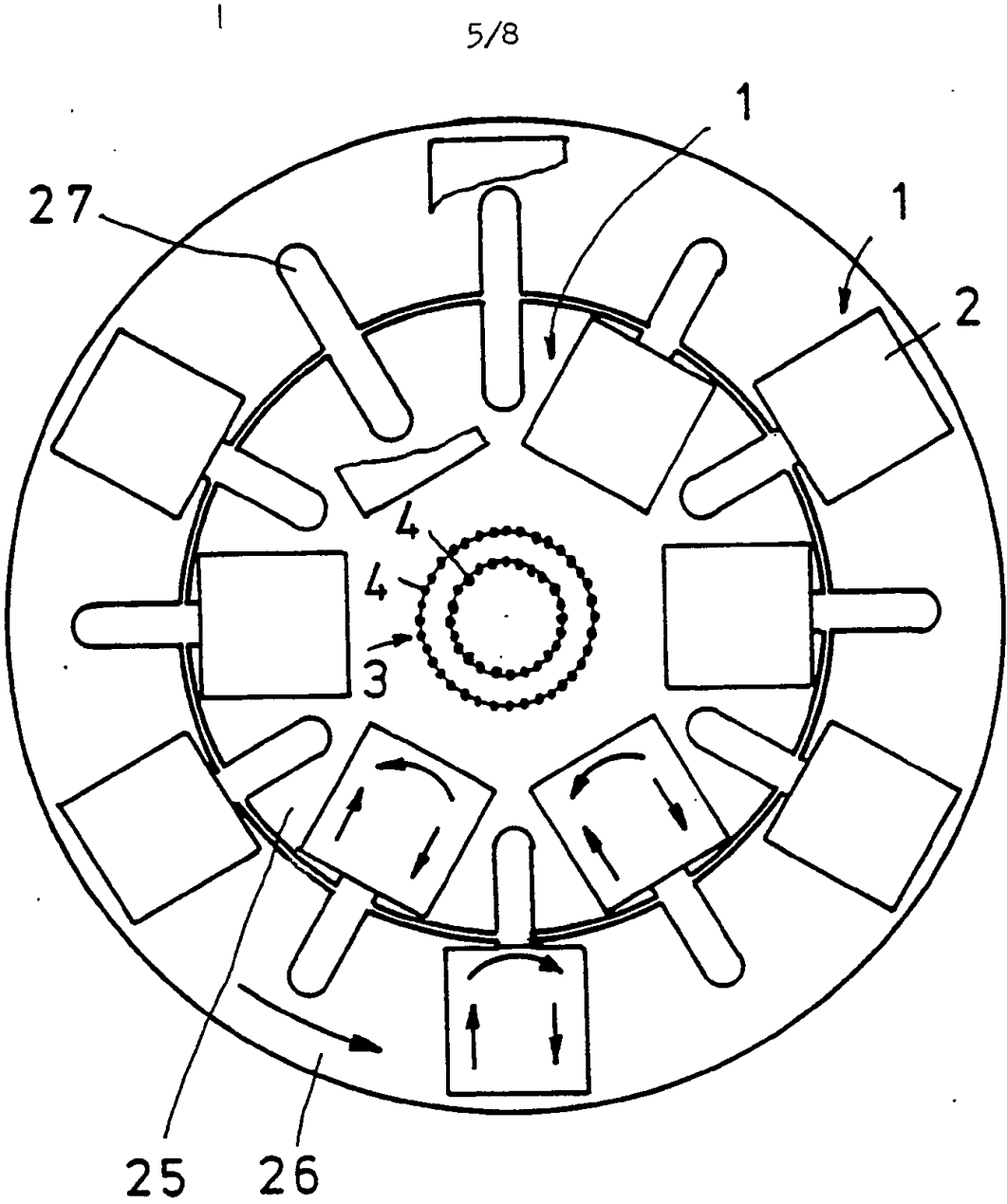
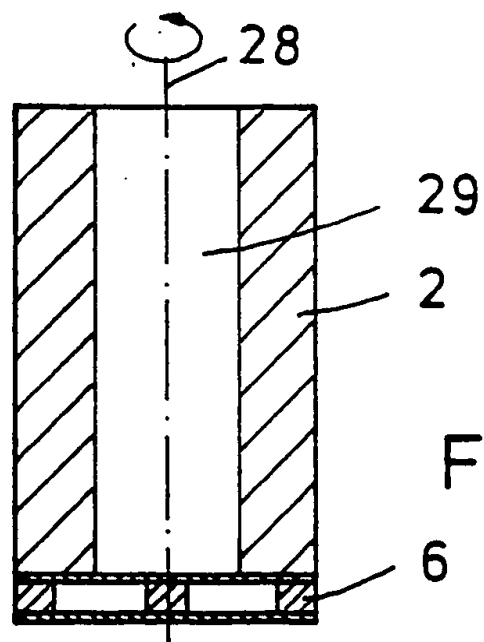
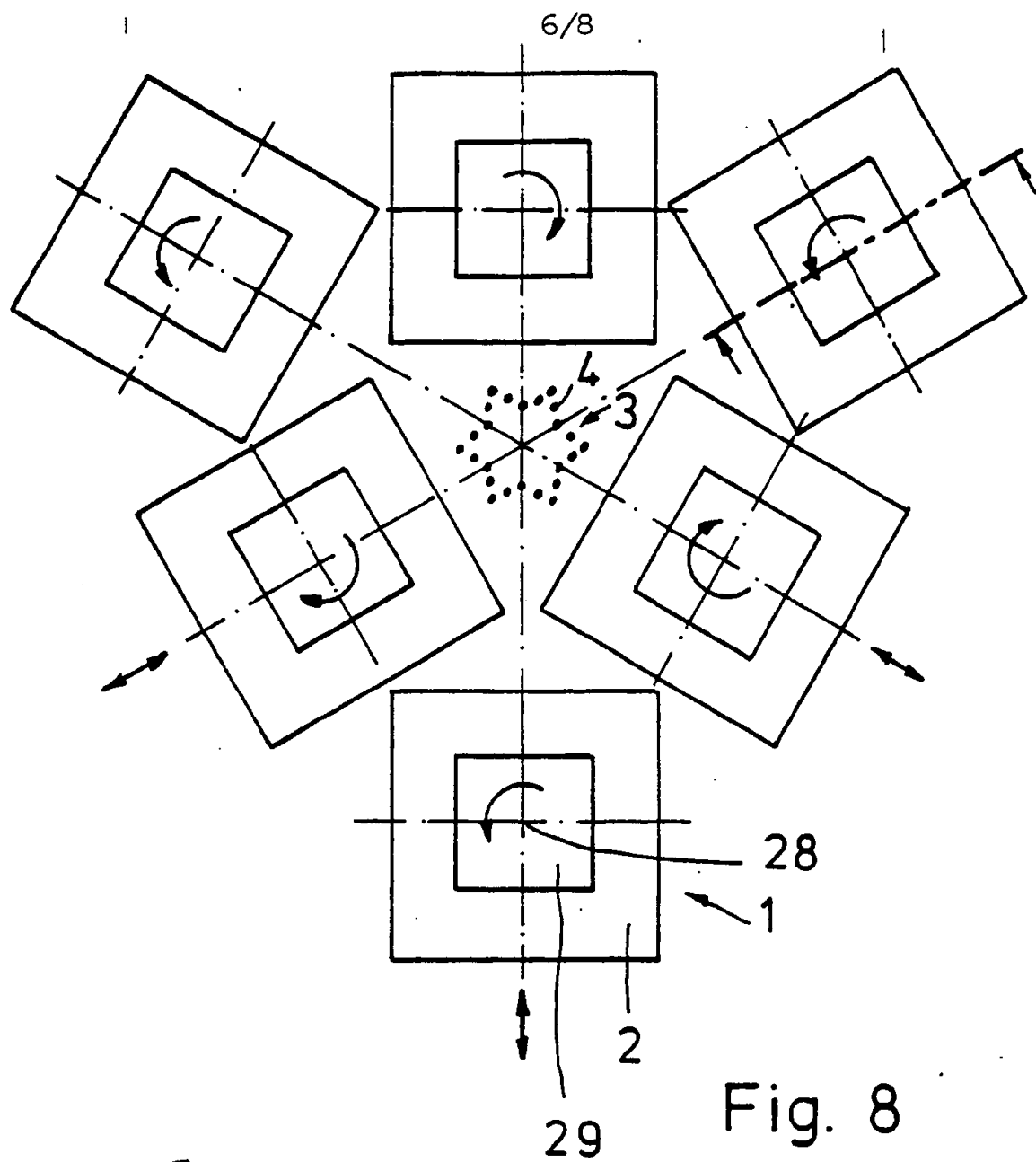
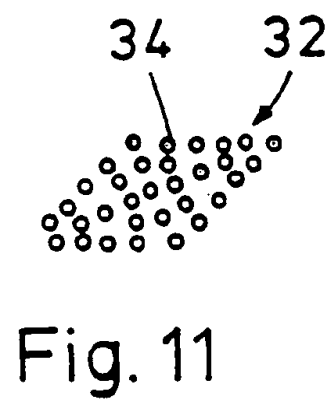
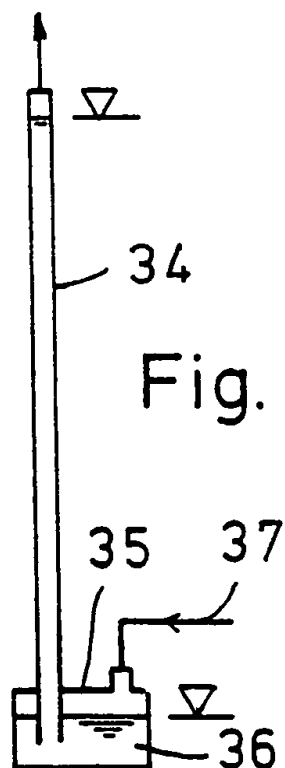
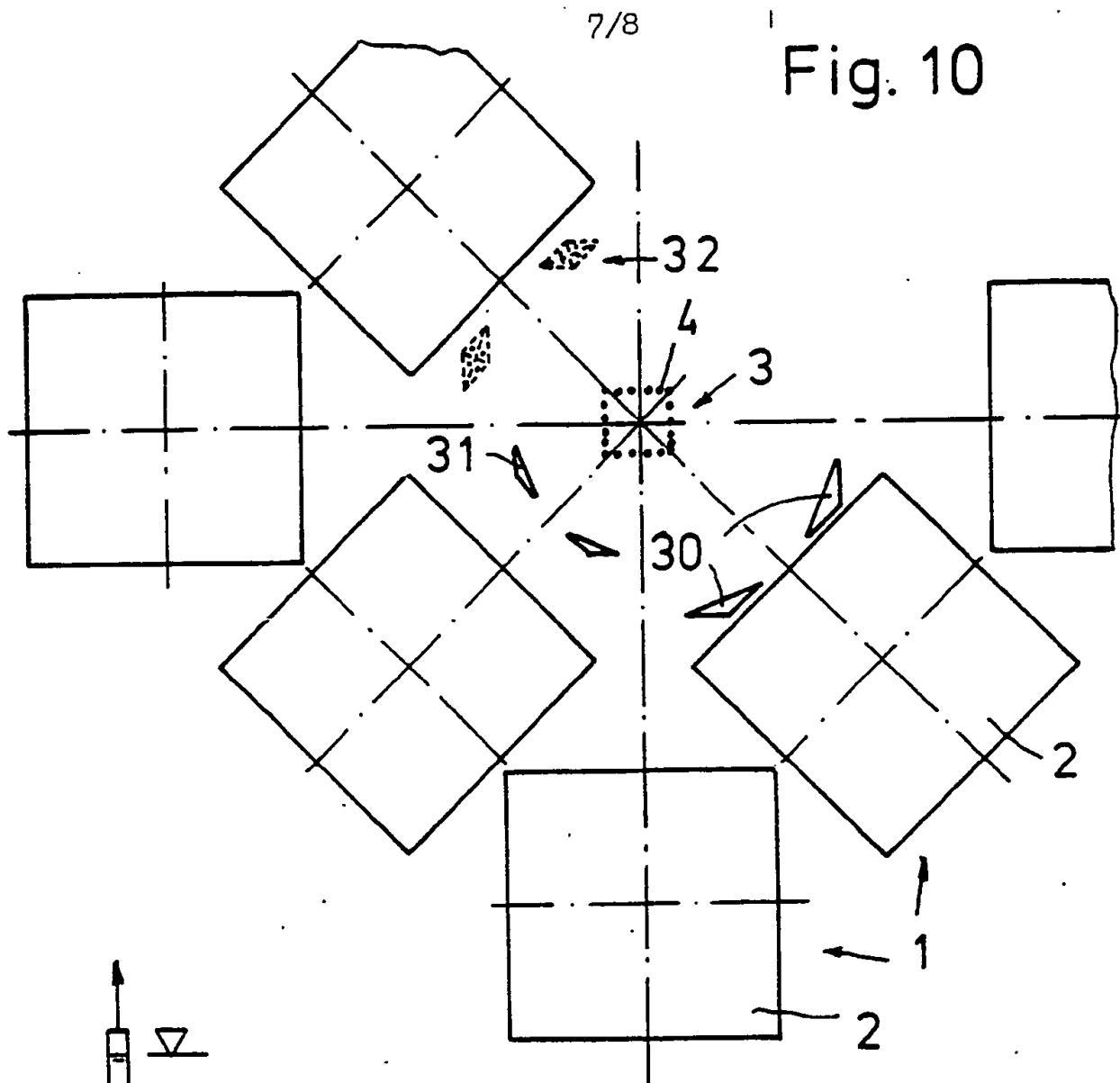


Fig. 7





8/8

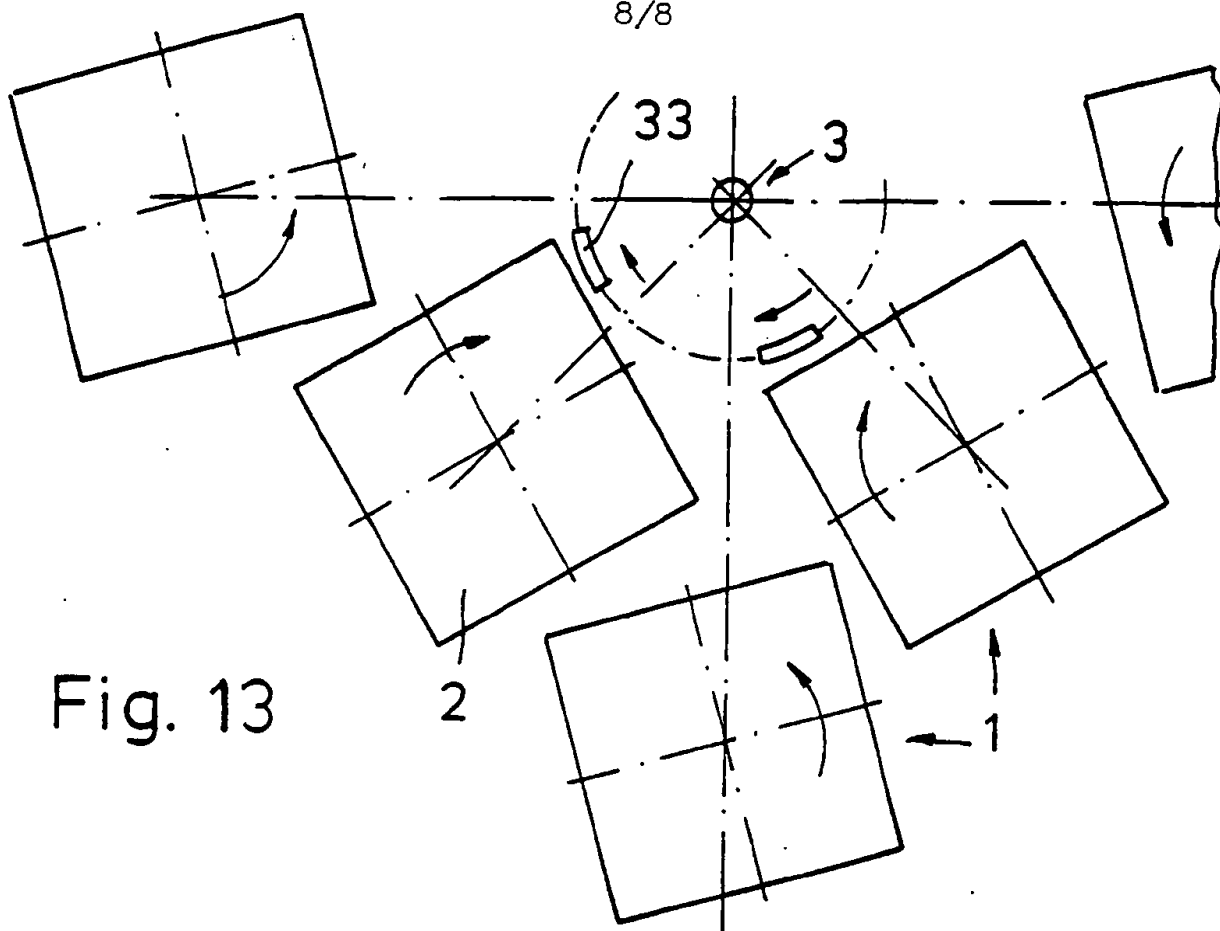


Fig. 13

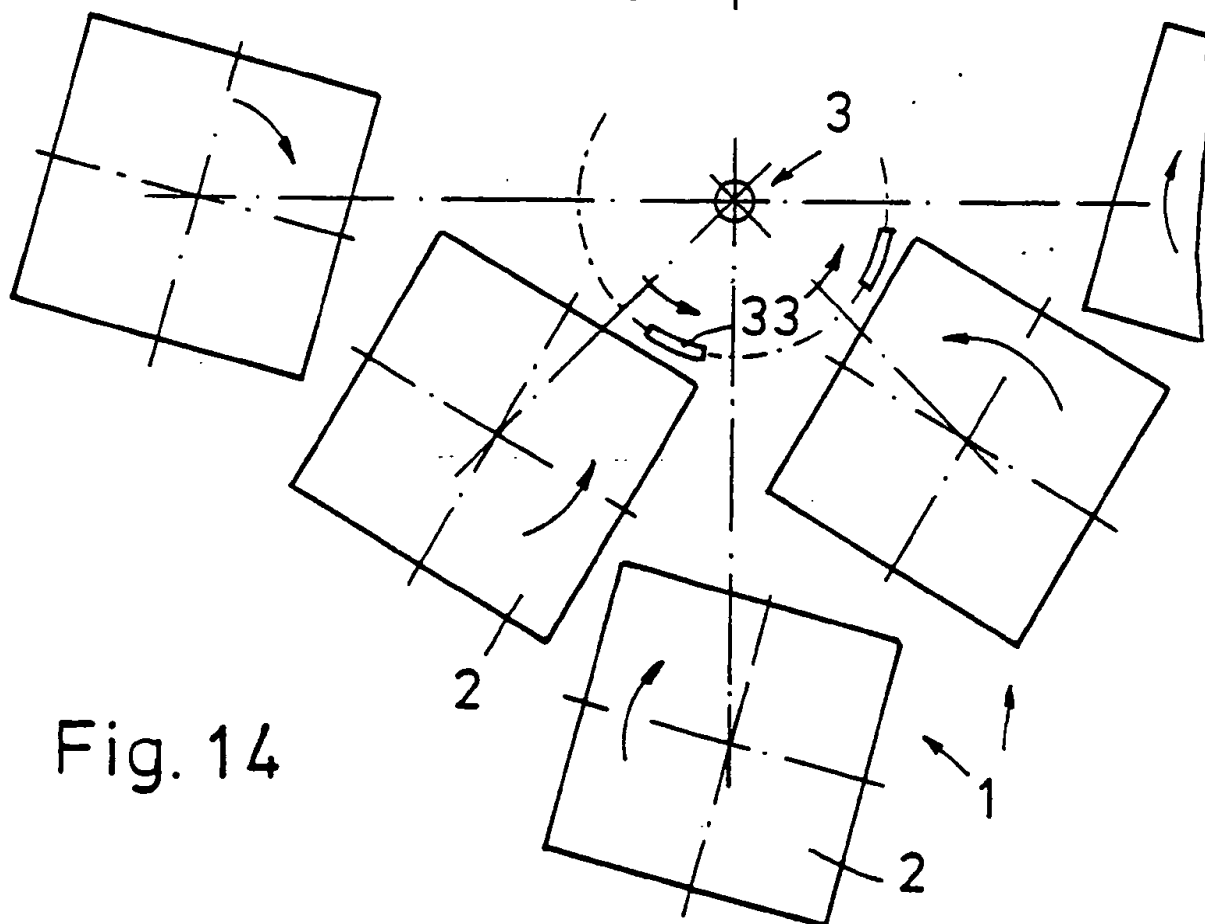


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 86/00388

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁴ G 21 K 5/02; A 61 L 2/08; A 23 L 3/26																	
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black;">Classification System</th> <th style="width: 75%; border-bottom: 1px solid black;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">Int.Cl.⁴</td> <td style="padding: 5px;">G 21 K; A 23 L; A 61 L</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ⁴	G 21 K; A 23 L; A 61 L											
Classification System	Classification Symbols																
Int.Cl. ⁴	G 21 K; A 23 L; A 61 L																
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; border-bottom: 1px solid black;">Category [*]</th> <th style="width: 60%; border-bottom: 1px solid black;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 30%; border-bottom: 1px solid black;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">FR, A, 2252633 (TETZLAFF) 20 June 1975, see claim 10; figures 1-4 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">Atomkernenergie Kerntechnik, volume 34, No 4, 1979, München (DE) K.H. Tetzlaff: "Strahlensterilisation: Fortschritte mit neuem Anlagentyp", pages 305-308, see page 305, "das neue Prinzip", figures 3, 4 (cited in the application) --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, C, 1159350 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 25 June 1964, see column 1, line 46 - column 2, line 52; figures 1-8 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">FR, A, 2298166 (TETZLAFF) 13 August 1976, see page 4, lines 10-12; claim 2; figures 1-3 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-28</td> </tr> </tbody> </table>			Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	A	FR, A, 2252633 (TETZLAFF) 20 June 1975, see claim 10; figures 1-4 --	1-28	A	Atomkernenergie Kerntechnik, volume 34, No 4, 1979, München (DE) K.H. Tetzlaff: "Strahlensterilisation: Fortschritte mit neuem Anlagentyp", pages 305-308, see page 305, "das neue Prinzip", figures 3, 4 (cited in the application) --	1-28	A	DE, C, 1159350 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 25 June 1964, see column 1, line 46 - column 2, line 52; figures 1-8 --	1-28	A	FR, A, 2298166 (TETZLAFF) 13 August 1976, see page 4, lines 10-12; claim 2; figures 1-3 -----	1-28
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³															
A	FR, A, 2252633 (TETZLAFF) 20 June 1975, see claim 10; figures 1-4 --	1-28															
A	Atomkernenergie Kerntechnik, volume 34, No 4, 1979, München (DE) K.H. Tetzlaff: "Strahlensterilisation: Fortschritte mit neuem Anlagentyp", pages 305-308, see page 305, "das neue Prinzip", figures 3, 4 (cited in the application) --	1-28															
A	DE, C, 1159350 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 25 June 1964, see column 1, line 46 - column 2, line 52; figures 1-8 --	1-28															
A	FR, A, 2298166 (TETZLAFF) 13 August 1976, see page 4, lines 10-12; claim 2; figures 1-3 -----	1-28															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>																	
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Date of the Actual Completion of the International Search</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Date of Mailing of this International Search Report</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">15 December 1986 (15.12.86)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">23 January 1987 (23.01.87)</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">International Searching Authority</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Signature of Authorized Officer</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">European Patent Office</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	15 December 1986 (15.12.86)	23 January 1987 (23.01.87)	International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	European Patent Office								
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report																
15 December 1986 (15.12.86)	23 January 1987 (23.01.87)																
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer																
European Patent Office																	

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/DE 86/00388 (SA 14623)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 09/01/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A- 2252633	20/06/75	DE-A, B, C 2358652	28/05/75
		CH-A- 581895	15/11/76
		GB-A- 1472437	04/05/77
		US-A- 4029967	14/06/77
		CA-A- 1026016	07/02/78
DE-C- 1159350		None	
FR-A- 2298166	13/08/76	DE-A, C 2501381	22/07/76
		CH-A- 590081	29/07/77
		GB-A- 1497501	12/01/78
		US-A- 4066907	03/01/78
		CA-A- 1053808	01/05/79

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/DE 86/00388**

I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int. Cl. ⁴ G 21 K 5/02; A 61 L 2/08; A 23 L 3/26																	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Recherchierter Mindestprüfstoff⁷</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border: 1px solid black;">Klassifikationssystem</th> <th style="border: 1px solid black;">Klassifikationssymbole</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Int. Cl.⁴</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">G 21 K; A 23 L; A 61 L</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;"> Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸ </div>			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	Int. Cl. ⁴	G 21 K; A 23 L; A 61 L											
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole																
Int. Cl. ⁴	G 21 K; A 23 L; A 61 L																
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; border: 1px solid black;">Art*</th> <th style="border: 1px solid black;">Kennzeichnung der Veröffentlichung¹¹, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile¹²</th> <th style="width: 10%; border: 1px solid black;">Betr. Anspruch Nr. ¹³</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>FR, A, 2252633 (TETZLAFF) 20. Juni 1975, siehe Anspruch 10; Abbildungen 1-4 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>Atomkernenergie Kerntechnik, Band 34, Nr. 4, 1979, München (DE) K.H. Tetzlaff: "Strahlensterilisation: Fortschritte mit neuem Anlagentyp", Seiten 305-308, siehe Seite 305, "das neue Prinzip"; Abbildungen 3,4 (In der Anmeldung erwähnt) --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>DE, C, 1159350 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 25. Juni 1964, siehe Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 52; Abbildungen 1-8 --</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td>FR, A, 2298166 (TETZLAFF) 13. August 1976, siehe Seite 4, Zeilen 10-12; Anspruch 2; Abbildungen 1-3 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-28</td> </tr> </table>			Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³	A	FR, A, 2252633 (TETZLAFF) 20. Juni 1975, siehe Anspruch 10; Abbildungen 1-4 --	1-28	A	Atomkernenergie Kerntechnik, Band 34, Nr. 4, 1979, München (DE) K.H. Tetzlaff: "Strahlensterilisation: Fortschritte mit neuem Anlagentyp", Seiten 305-308, siehe Seite 305, "das neue Prinzip"; Abbildungen 3,4 (In der Anmeldung erwähnt) --	1-28	A	DE, C, 1159350 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 25. Juni 1964, siehe Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 52; Abbildungen 1-8 --	1-28	A	FR, A, 2298166 (TETZLAFF) 13. August 1976, siehe Seite 4, Zeilen 10-12; Anspruch 2; Abbildungen 1-3 -----	1-28
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³															
A	FR, A, 2252633 (TETZLAFF) 20. Juni 1975, siehe Anspruch 10; Abbildungen 1-4 --	1-28															
A	Atomkernenergie Kerntechnik, Band 34, Nr. 4, 1979, München (DE) K.H. Tetzlaff: "Strahlensterilisation: Fortschritte mit neuem Anlagentyp", Seiten 305-308, siehe Seite 305, "das neue Prinzip"; Abbildungen 3,4 (In der Anmeldung erwähnt) --	1-28															
A	DE, C, 1159350 (UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY) 25. Juni 1964, siehe Spalte 1, Zeile 46 - Spalte 2, Zeile 52; Abbildungen 1-8 --	1-28															
A	FR, A, 2298166 (TETZLAFF) 13. August 1976, siehe Seite 4, Zeilen 10-12; Anspruch 2; Abbildungen 1-3 -----	1-28															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>																	
IV. BESCHEINIGUNG <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center;">15. Dezember 1986</div> </td> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center;">23 JAN 1987</div> </td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Internationale Recherchenbehörde <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <div style="text-align: center;">M. VAN MOL </div> </td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center;">15. Dezember 1986</div>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center;">23 JAN 1987</div>	Internationale Recherchenbehörde <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div>	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <div style="text-align: center;">M. VAN MOL </div>											
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center;">15. Dezember 1986</div>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center;">23 JAN 1987</div>																
Internationale Recherchenbehörde <div style="text-align: center;">Europäisches Patentamt</div>	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <div style="text-align: center;">M. VAN MOL </div>																

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/DE 86/00388 (SA 14623)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 09/01/87

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR-A- 2252633	20/06/75	DE-A, B, C 2358652	28/05/75
		CH-A- 581895	15/11/76
		GB-A- 1472437	04/05/77
		US-A- 4029967	14/06/77
		CA-A- 1026016	07/02/78
DE-C- 1159350		Keine	
FR-A- 2298166	13/08/76	DE-A, C 2501381	22/07/76
		CH-A- 590081	29/07/77
		GB-A- 1497501	12/01/78
		US-A- 4066907	03/01/78
		CA-A- 1053808	01/05/79

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :

